FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título: Impacto ambiental de la pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza, Morona Santiago, Cumple con todo lo establecido.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con todo lo establecido.
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple con todo lo establecido.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con todo lo establecido.
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Cumple con todo lo establecido.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Cumple con todo lo establecido.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con todo lo establecido.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con todo lo establecido.
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**100**

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
LUIS RAMON BRAVO

Luis Ramón Bravo Sánchez

Dado en la ciudad de Puyo, a los 21 días del mes de febrero de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	2/5	El titulo debería haberse denominado concentración de cianuro, cobre y mercurio en agua, debido a pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza, Morona Santiago
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Es adecuado y muestra una clara idea de lo que se busca en trabajo
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	15/20	Es adecuada, presenta los antecedentes de la temática a tratar, asi comola importancia del mismo, no se muestra el objetivo
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Es adecuado
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Es clara y se encuentra referenciada

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Son adecuados
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Son adecuadas y muestran relación con resultados u ojetivos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Es adecuada
VALORACIÓN TOTAL	95/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	x
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

Ricardo Vinicio Abril Saltos
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 23 días del mes de Febrero de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Puyo, 7 de febrero de 2022.

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Yankuam Celestino Wampash Paati, con C.I:1400855175, con el Tema: **"Impacto ambiental de la pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza, Morona Santiago"**, de la carrera de Biología. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular: Mario Andrés Ávila A., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, informe generado con fecha 26-01-2022 por parte del director conforme archive adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

MARIO ANDRES AVILA ANDRADE

Firmado digitalmente por MARIO ANDRES AVILA ANDRADE
Fecha: 2022.02.07 15:58:18 -05'00'

Mario Andrés Ávila Andrade M. Sc.

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Tesis Celestino y Edinson - corregido.docx (D126204883)
Submitted	2022-01-26T17:39:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	walpazhceless@gmail.com
Similarity	5%
Analysis address	mavila.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v16n6/v16n6a12.pdf Fetched: 2022-01-26T17:40:00.0000000	8
W	URL: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8546/Suelos%20contaminados.pdf?sequence=2&fbclid=IwAR2V0cfdDShfPkT7bJrXGtGorPJb6OvQJl8awlnvo_40b8HEpnqXDmrYRbQ#:~:text=En%20general%252C%20los%20suelos%20de,est%C3%A1n%20desprovistos%20de%20materia%20org%C3%A1nica Fetched: 2022-01-26T17:40:00.0000000	1
SA	**PERALTA_MOSHE_MINAS_METODOLOGÍA_TRABAJO_FINAL.pdf** Document PERALTA_MOSHE_MINAS_METODOLOGÍA_TRABAJO_FINAL.pdf (D40580419)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Puyo, 7 de febrero de 2022.

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Edinson Leonardo Salinas Armijos, con C.I:1105888745, con el Tema: **"Impacto ambiental de la pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza, Morona Santiago"**, de la carrera de Biología. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular: Mario Andrés Ávila A., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, informe generado con fecha 26-01-2022 por parte del director conforme archive adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

MARIO ANDRES AVILA ANDRADE
Firmado digitalmente por MARIO ANDRES AVILA ANDRADE
Fecha: 2022.02.07 15:58:55 -05'00'

Mario Andrés Ávila Andrade M. Sc.

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Tesis Celestino y Edinson - corregido.docx (D126204883)
Submitted	2022-01-26T17:39:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	walpazhceless@gmail.com
Similarity	5%
Analysis address	mavila.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v16n6/v16n6a12.pdf Fetched: 2022-01-26T17:40:00.0000000	8
W	URL: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8546/Suelos%20contaminados.pdf?sequence=2&fbclid=IwAR2V0cfdDShfPkT7bJrXGtGorPJb6OvQJl8awlnvo_40b8HEpnqXDmrYRbQ#:~:text=En%20general%252C%20los%20suelos%20de,est%C3%A1n%20desprovistos%20de%20materia%20org%C3%A1nica Fetched: 2022-01-26T17:40:00.0000000	1
SA	**PERALTA_MOSHE_MINAS_METODOLOGÍA_TRABAJO_FINAL.pdf** Document PERALTA_MOSHE_MINAS_METODOLOGÍA_TRABAJO_FINAL.pdf (D40580419)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Impacto ambiental en agua y suelo generado por la pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza, Morona Santiago

Yankuam Celestino Wampash Paati

pblg2017032@uea.edu.ec

Edinson Leonardo Salinas Armijos

pblg2017027@uea.edu.ec

Mario Andrés Ávila Andrade, M. Sc

mavila@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Biología (1)

Resumen

La pequeña minería aurífera es una actividad extractiva que oculta impactos ambientales y mayormente afecta a países subdesarrollados. Esta actividad se ha ido intensificando debido a los escasos o nulos ingresos en ciertos sectores rurales del Ecuador, principalmente de la Amazonía. En el Cantón Gualaquiza existen 77 concesiones mineras de las cuales el 81.83% engloba a la minería metálica, comprometiendo los recursos ambientales y la salud humana. Por tanto, este trabajo tuvo como objetivo determinar y documentar los impactos ambientales ocasionados por la pequeña minería aurífera en cuatro centros Shuar del cantón Gualaquiza. Entre las variables estudiadas están: área deforestada, pH del suelo y presencia de metales pesados en el agua. Según los resultados, el cianuro mostró una pequeña variación en San José de Piunts (0.001 mg/L) y en San Luis (0.003 mg/L). En tanto que, el cobre en muestras de aguas intervenidas (aguas utilizadas por actividad minera) estuvieron por debajo del valor 0.050 mg/L de muestra estudiada en todos los lugares de estudio, al igual que, el mercurio estuvo presente en cantidades menores a 0.0010 mg/L, tanto en aguas naturales e intervenidas. Además, se identificó un total de 85.76 hectáreas deforestadas. Entre las conclusiones se muestra que el nivel de contaminación por cianuro, cobre y mercurio en el agua es bajo, pero en los suelos intervenidos se encontró una contaminación moderada y una marcada deforestación en los lugares de estudio.

Palabras clave: agua, contaminación, deforestación, minería, Shuar.

Abstract

Small-scale gold mining is an extractive activity that hides environmental impacts and mostly affects underdeveloped countries. This activity has been intensifying due to the scarce or non-existent income in certain rural sectors of Ecuador, mainly in the Amazon region. In Cantón Gualaquiza there are 77 mining concessions, 81.83% of which involve metallic mining, compromising environmental resources and human health. Therefore, the objective of this study was to determine and document the environmental impacts caused by small-scale gold mining in four Shuar centers in the Gualaquiza canton. Among the variables studied were deforested area, soil pH and presence of heavy metals in the water. According to the results, cyanide showed a small variation in San José de Piunts (0.001 mg/L) and in San Luis (0.003 mg/L). Copper in samples of intervened water (water used for mining activity) was below the value of 0.050 mg/L of the sample studied in all the study sites, and mercury was present in quantities of less than 0.0010 mg/L, both in natural and intervened water. In addition, a total of 85.76 deforested hectares were identified. The conclusions show that the level of cyanide, copper and mercury contamination in the water is low, but moderate contamination was found in the intervened soils and there was marked deforestation in the study sites.

Keywords: water, pollution, deforestation, mining, Shuar.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel global la minería aurífera es una actividad que es presentada como sinónimo de riqueza; sin embargo, detrás de esta publicidad se oculta grandes impactos ambientales (Carrere, 2004). Esta actividad se ha tornado común afectando en mayor magnitud a los países subdesarrollados (Paredes, 2011). Además de los impactos sociales, las consecuencias ambientales han sido muy notorias, demostrando una alteración y desequilibrio en el funcionamiento de ecosistemas, impactos en las fuentes hídricas, altos niveles de degradación de bosque, contaminación de aire, suelo y daño paisajístico (González, Cutillas y Páez, 2017). La extracción causa cambios en el ambiente, siendo la pequeña minería aurífera una actividad que predomina en yacimientos de tipo veta y aluvial (Paredes, 2011). De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2014), esta actividad consiste en “la extracción de oro llevada a cabo por mineros individuales o pequeñas empresas con una producción y una inversión de capital limitadas”.

Desde hace algunos años, nuestro país ha sufrido desbalances económicos que ha desencadenado en desempleo generalizado, siendo la mayor población empleada la que habita en las áreas urbanas del país. En tanto que, la población rural tiene un alto porcentaje de participación en el empleo no remunerado en relación con la participación de la población urbana. Debido a esto, las poblaciones rurales optan por desarrollar actividades agrícolas, ganaderas y últimamente de extracción de material aurífero con la

finalidad de generar fuentes de empleo y por ende ingresos económicos (Olmedo, 2018). Esto genera una expansión sin control de la actividad que a su vez provocan cambios ambientales negativos en el ambiente.

En el cantón Gualaquiza las actividades extractivas representan un problema serio en la parte ambiental, ya que existe aproximadamente 77 concesiones mineras que engloba minería metálica y no metálica, lo cual corresponde al 22.13 % de la superficie total del cantón. Las 63 concesiones correspondientes a minería metálica representan el 81.83% con relación al total de concesiones, lo que implica que un área de 40.321 hectáreas (18.37%) del territorio del cantón Gualaquiza se encuentren ya concesionadas, localizados principalmente en los limites parroquiales de Gualaquiza, Mercedes Molina y Bomboiza (GADM-G, 2014). Estos datos explican que las actividades extractivas en el cantón se han intensificado en los últimos años y continuará la demanda de explotación aurífera en esta jurisdicción. En tanto que, los impactos ambientales que genera esta actividad seguirán sin la atención correspondiente, como consecuencia del escaso control de las entidades correspondientes.

Es evidente que las comunidades de la nacionalidad Shuar ubicadas mayormente en la parroquia rural Bomboiza del cantón Gualaquiza han incrementado la explotación de oro a pequeña escala como una alternativa de desarrollo económico y con ello mejorar su condición de vida. No obstante, no se conocen estudios en la Amazonía sur del país que documenten los impactos relacionados con la pequeña minería aurífera, así como la pérdida de bienes y servicios ecosistémicos que comprometen el futuro del territorio Shuar y zonas de influencia del cantón.

Por tanto, este trabajo tiene como objetivo general determinar y documentar los impactos ambientales a través de parámetros químicos y físicos, ocasionados por la pequeña minería aurífera en cuatro Centros Shuar del cantón Gualaquiza. Los objetivos específicos que persigue este trabajo son: a) determinar la presencia de Cianuro, Cobre y Mercurio en microcuencas de zonas aledañas a las comunidades objeto de este estudio, con el fin de evaluar la presencia, variación y posibles afectaciones a la salud humana, mediante análisis de laboratorio; b) medir el potencial hidrógeno del suelo de zonas donde se realiza la explotación minera y compararlo con suelos sin la intervención de actividades extractivas, con el fin de hacer uso como indicador contaminante de este recurso, mediante el uso de un pH-metro y; c) cuantificar la superficie de deforestación de la vegetación a causa de la pequeña minería aurífera, en las cuatro comunidades de estudio.

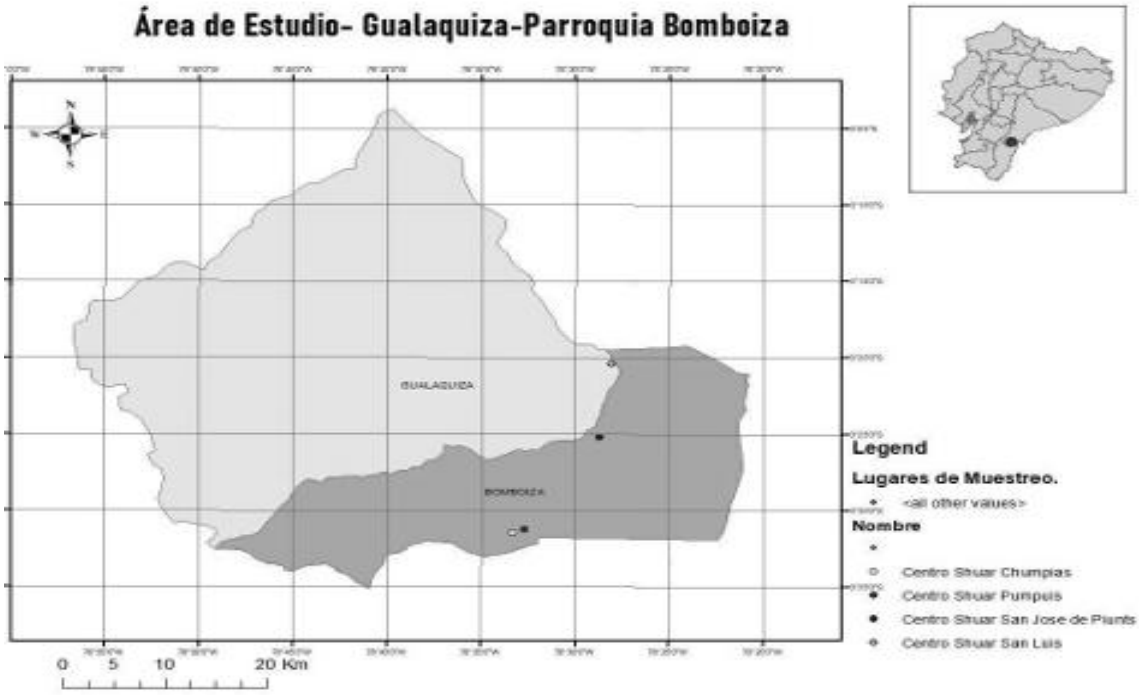
Los resultados permiten documentar el impacto ambiental (agua, suelo y deforestación) en territorio de la nacionalidad Shuar, siendo este un estudio pionero para el cantón y la Amazonía sur. Se espera que la presente investigación sirva como un instrumento de discusión y análisis por parte de los habitantes, dirigentes Shuar y autoridades de control con el propósito que las futuras acciones sean en cuidado del patrimonio ambiental y la salud humana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de estudio

El presente trabajo se realizó dentro de la jurisdicción de la provincia de Morona Santiago, en el cantón Gualaquiza. El lugar de estudio comprende cuatro centros de la nacionalidad Shuar: Centro Shuar Chumpias (771637.462m E – 9609981.518m N), Centro Shuar Pumpuis (772821.57m E - 9610497.86m N), Centro Shuar San José de Piunts (780232.8m E – 9621626.8 N) y Centro Shuar San Luis (781425.908m E - 9630502.601m N). Todos los centros Shuar mencionados forman parte de la parroquia rural de Bomboiza, en el cantón y provincia antes mencionado (Figura1).

Figura 1. Comunidades de estudio, parroquia Bomboiza, cantón Gualaquiza.



2.2 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación se encuentra ligado a la línea de investigación de gestión y conservación ambiental, el mismo que se desarrolló mediante un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) a través de un diseño de investigación exploratorio-descriptivo.

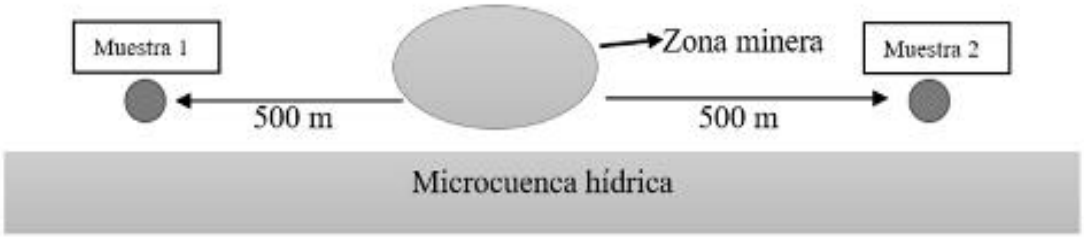
2.3 Métodos de investigación

La fase de campo consistió en la recolección de datos y muestras que fueron realizadas entre agosto y diciembre de 2021.

a) Determinación de cianuro, cobre y mercurio en cuencas hídricas

Para cumplir con primer objetivo específico se utilizó la siguiente metodología: La toma de muestras de las fuentes hídricas se realizó a través de dos muestreos. La muestra 1 (testigo) se obtuvo del agua sin intervención antrópica (500 m aguas arriba del lugar de intervención minera); la muestra 2 se la tomó en zona con intervención antrópica (500 m aguas abajo del lugar de intervención minera) en cada uno de los lugares de estudio (Figura 2). Se utilizó los siguientes materiales; "coolers", guantes de látex, etiquetas, cinta de embalaje, envases de vidrio ámbar (100 mL) y plástico (1000 mL).

Figura 2. Esquema general de la toma de muestras para cada área de estudio.



Para la toma de muestras y etiquetado se cumplió con lo estipulado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (2018), como se describe a continuación: se tomó 1000 mL de agua en un frasco de plástico, así mismo, se recogió 100 mL de agua en donde se agregó 2 mL de ácido nítrico con el propósito de poder mantener en óptimas condiciones y medir los metales pesados. Posteriormente se procedió cumplir con la cadena de custodia. Para las muestras tomadas se utilizaron etiquetas adhesivas, en donde constó información relevante como: número de la muestra, nombre de la persona que tomó la muestra, fecha y hora de muestreo, lugar de muestreo y se colocó las etiquetas en los envases.

Se obtuvo en total 8 muestras de agua que correspondieron a 4 kit de muestras de aguas sin intervención antrópica y 4 kit de muestras de aguas con intervención minera (2 muestras por cada microcuenca). Todas estas muestras se introdujeron al "coolers" con 10 libras de hielo y trasladadas al laboratorio ANAVANLAB CIA.LTDA ubicado en la ciudad de Cuenca para su análisis respectivo.

En el laboratorio se procedió a realizar el análisis de las muestras de agua siguiendo el proceso de acuerdo con el Servicio de acreditación ecuatoriano (2018). La metodología por cada parámetro analizado fue el siguiente: análisis de identificación de presencia de cianuro se realizó mediante la técnica de "Espectrofotometría UV- Vis, (0.01 a 0.21) mg/L". En tanto que, la determinación de la presencia de cobre en el agua se realizó mediante la técnica de "Espectrofotometría de absorción atómica (0.05 a 30) mg/L". Finalmente, el análisis de presencia de mercurio se determinó mediante la técnica

de “Espectrofotometría de absorción atómica mediante vapores fríos (0.005 a 10) mg/L” (Servicio de acreditación ecuatoriano, 2018).

b) Variación de pH como indicador de suelos contaminados

Para cumplir con el segundo objetivo específico, se utilizó 2 muestras con tres réplicas cada una (10cm, 30cm, 50cm de profundidad) en cada área específica de estudio. La muestra de suelo sin intervención antrópica (muestra 1) sirvió como testigo del estudio, y además se tomó una segunda muestra de suelo en el área degradada (muestra 2). Los materiales utilizados fueron: barreno, 24 frascos de plástico, agua destilada y pH-metro. Para la medición del pH se mezcló en un vaso de precipitados 40 g de suelo seco tamizado, con 40 ml de agua destilada. Posteriormente, se removió la mezcla de manera constante durante 30 segundos y se dejó reposar durante tres minutos; se repitió este proceso cinco veces. Luego de esto se introdujo el pH-metro calibrado; este procedimiento se realizó con cada una de las réplicas. Finalmente se registró el valor promedio de pH en la muestra 1 y 2 de cada área de estudio en la hoja de datos (Luters y Salazar, 2000).

c) Cuantificación de la deforestación

La metodología para alcanzar el tercer objetivo específico se inició estableciendo coordenadas al contorno del área degradada por la pequeña minería de oro en las cuatro comunidades de estudio. Para ello, se utilizó un equipo de posicionamiento global (GPS) y posteriormente el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), para determinar el área exacta deforestada en cada lugar de estudio.

Se recalca que, previo al ingreso a las comunidades shuar donde se realizó el estudio, se socializaron los objetivos de la investigación, se dialogó con los pobladores de las comunidades y se consiguió el permiso respectivo para el desarrollo de la presente investigación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre la base de lo hallado en la fase de campo de esta investigación, se muestran los resultados de acuerdo con los objetivos específicos que se mencionaron anteriormente.

a) Determinación de cianuro, cobre y mercurio en cuencas hídricas

La presencia del cianuro en muestras de agua naturales (sin intervención minera) correspondientes a los lugares de estudio de Chumpias, Pumpuis, San José de Piunts, San Luis, presentaron una mínima presencia con un valor menor a 0.010 mg/L de agua analizada. Sin embargo, existió una pequeña variación en la presencia de cianuro en las muestras de aguas intervenidas (aguas utilizadas por actividad minera) con un valor

menor a 0,010 mg/L en Chumpias y Pumpuis, mientras que, en San José de Piunts presentó un valor de 0.001 mg/L y en San Luis 0.003 mg/L de muestra de agua analizada (Tabla 1).

El parámetro cobre coincidió con un valor menor a 0.050 mg/L en las muestras de agua naturales (sin intervención minera) de Pumpuis, San José de Piunts y San Luis. No obstante, en Chumpias se determinó la presencia de cobre con un valor de 0.018 mg/L de muestra analizada. En tanto que, la presencia de cobre en muestras de aguas intervenidas (aguas utilizadas por actividad minera) estuvieron bajo el valor menor a 0.050 mg/L de muestra estudiada en todos los lugares de estudio (Tabla 1). La muestra de agua natural de Chumpias presentó mayor cantidad de cobre, sin embargo, esa cantidad de cobre no se encontró en aguas abajo después de la actividad minera. Esta variación de cobre puede estar relacionado con la contaminación de otros parámetros no estudiados en este caso, que pudieron intervenir para no determinar el cobre en aguas intervenidas.

Con respecto al metal pesado mercurio, se realizó el análisis en muestras de agua sin intervención antrópica y aguas con actividad minera y se obtuvieron resultados de presencia de mercurio menores a 0.0010 mg/L, tanto en aguas naturales e intervenidas (Tabla 1). Frente a este resultado en donde no se detectó variación del mercurio tanto en aguas naturales y aguas con intervención minera a pesar de que este metal es el más utilizado para la obtención del oro, proponemos las siguientes hipótesis: a) al ser pequeña minería entendemos que el mercurio utilizado es mínimo y esto podría ser consumido por microorganismo y peces; b) la ausencia de este metal puede estar relacionado con el uso de la técnica para obtención del oro que consiste en quema del oro y la arena fuera del lugar de trabajo y por ende evitando el uso del mercurio junto a la microcuenca.

Tabla 1

Resultados de los parámetros evaluados en cada área de estudio

Lugar de muestreo	Tipo de muestra	Parámetro	Resultado	Unidades
Chumpias	Natural	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	0.018	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
	Intervenida	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
Pumpuis	Natural	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
	Intervenida	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L

		Mercurio	< 0.0010	mg/L
San José de Piunts	Natural	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
	Intervenida	Cianuro	0.001	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
San Luis	Natural	Cianuro	< 0.010	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L
	Intervenida	Cianuro	0.003	mg/L
		Cobre	< 0.050	mg/L
		Mercurio	< 0.0010	mg/L

Nota: Tabla de los resultados de los análisis de laboratorio según los parámetros estudiados.

La variación y aumento del cianuro se encontró en aguas intervenidas por la minería a pequeña escala en los lugares de estudio de San José de Piunts y San Luis, sin embargo, estas cantidades de cianuro se encuentran bajo los rangos internacionales de cianuro permitidos en aguas para el consumo humano, esta variación puede estar relacionada al sobrepaso del caudal del río en invierno que llega a cubrir un área aproximado de 700 metros a las riberas del río, en este caso las muestras de agua intervenidas por la minería se obtuvieron a 400 metros del río Zamora. No obstante, en Chumpias y Pumpuis donde la muestra se tomó a más de 3 Kilómetros de distancia al desemboque con el río Zamora, no existió variación de este metal.

En Chumpias existió una cantidad mayor de presencia de cobre en aguas naturales, sin embargo, no sobrepasa los límites permitidos para consumo humano según la OMS (2011). Esta diferencia con respecto a los otros lugares de estudio puede estar relacionado con minas de cobre en la cordillera de yacimiento de la microcuenca estudiada, ya que en los últimos años según versión de los pobladores existiría interés de realizar exploración y concesión de la cordillera por parte de empresas industriales. Así mismo, no se determinó aumento ni variación sobre la presencia de cobre en todas las muestras analizadas.

Definitivamente los valores del mercurio, metal que es utilizado para captura del oro y la almagacion del mismo (Diaz, 2014), fueron mínimos en todas las áreas de estudio, tanto en aguas sin intervención minera y viceversa, encontrándose bajo los niveles permitidos para el consumo humano por la OMS. Este resultado contradice la aseveración de Nevado et al (2010) y Bourgoin, Quiroga, Chincheros y Courau (2000), que manifiestan, el mercurio proveniente de los entables mineros no solo afecta la zona donde es vertido, sino también aquellas ubicadas aguas abajo de los mismos. Sin embargo, la

ausencia del mercurio puede estar relacionado con la afirmación de Veiga y Backer (2004) el cual textualmente afirma "el riesgo de contaminación puede ser bastante bajo debido a que este metal reside principalmente en los sedimentos y una vez suspendido es rápidamente consumido por microorganismos y especies acuáticas ubicadas en la base de la cadena alimenticia". Por consiguiente, este puede ser un indicador para evaluar la presencia del mercurio en peces y algunos microorganismos en futuros estudios. En concordancia con Diaz (2014) lo cual estipula que, el mercurio se filtra por aguas superficiales, lo cual desembocan en microcuencas hídricas siendo el mayor riesgo de contaminación con mercurio por medio del consumo continuo de peces contaminados contribuyendo de manera gradual al deterioro de la salud humana.

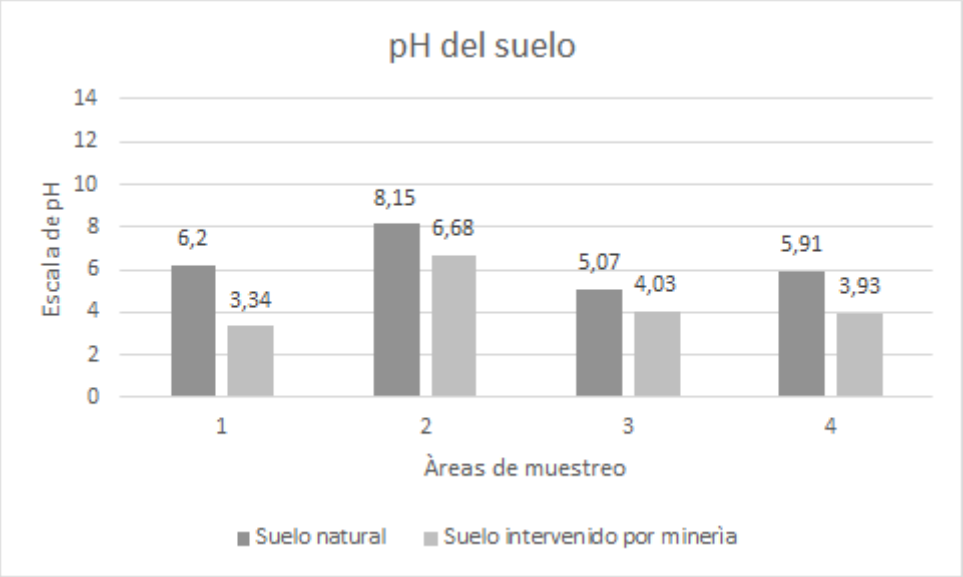
La presencia del mercurio en pocas cantidades como resultado de este trabajo no justifica que las microcuencas estudiadas puedan ser aptas para el consumo humano a pesar de encontrarse bajo los niveles permitidos por la organización Mundial de la Salud del cual es parte nuestro país. Ya que, Holmes, James y Levy (2009) establecen que, el consumo continuado de alimentos, aún con bajos niveles de este metal, también contribuye a la carga total de mercurio que afecta la salud humana.

b) pH como indicador de suelos contaminados

En el Centro Shuar Chumpias (1) el potencial Hidrógeno (pH) del suelo en área sin intervención minera fue de 6.20, mientras que en la muestra de suelo donde se ha realizado actividad minera fue de 3.34. En tanto que, el potencial de hidrógeno en suelo sin intervención minera en el Centro Shuar Pumpuis (2) correspondió a 8.15, mientras en el suelo intervenido por actividad minera fue de 6.68. Así mismo, el pH en el suelo sin intervención minera y con intervención minera en el Centro Shuar San José de Piunts (3) fue de 5.07 y 4.03 respectivamente. Finalmente, el potencial de hidrógeno para el Centro Shuar San Luis (4) fue de 5.91 en suelos sin intervención antrópica y 3.93 en áreas intervenidas por la extracción aurífera (Figura 3).

En efecto, en todos los lugares de muestreo se evidenció que el pH de zonas intervenidas por la minería es menor (extremadamente ácidos) al pH de zonas donde no se ha realizado actividad de explotación de oro (moderadamente ácidos). Esto indica que esta actividad acidifica los lugares en donde se la viene ejecutando.

Figura 3. Escala comparativa de pH en las cuatro áreas de muestreo.



Visualmente, el suelo degradado por actividad extractiva de oro en nuestro lugar de estudio presentó variabilidad en su textura (arcilloso, arenoso, rocoso), mezcla con aceites y olor a riego de combustible. Bautista, Etchevers, Del Castillo y Gutierrez (2004) manifiestan que, un suelo contaminado por minería produce cambios en sus propiedades físicas y químicas. Por ejemplo; cambios en el pH, ya que los suelos degradados por minería han sufrido un proceso de oxidación intensa y rápida, lo que implica un nivel alto de liberación de H produciendo acidificación del suelo.

Fernández y Barba (2008) afirman que, generalmente, los suelos con presencia de minería son ácidos o extremadamente ácidos con valores de pH inferiores a 4, contienen bajas proporciones de arcilla, presencia de contaminantes y prácticamente están desprovistos de materia orgánica. Lo que concuerda con los valores de pH obtenidos en el área de muestreo con intervención minera en Chumpias, San José de Piunts y San Luis que nos indican que son fuertemente ácidos. Sin embargo, el lugar de muestreo en Pumpuis, presentó un pH de 6.68, este resultado probablemente explicaría que la muestra tomada no presentó grandes cantidades de riego de combustibles o presencia excesiva de algún contaminante utilizado. Estos resultados confirman que la variación del pH entre los suelos sin intervención minera y suelos con intervención minera presentan un desbalance moderado. Siendo el pH un indicador, concluimos que, los suelos presentan un nivel moderado de contaminación en el área utilizada por la pequeña minería aurífera.

c) Cuantificación de la deforestación

Como consecuencia de la extracción de oro a pequeña escala, se determinó 18.11 hectáreas deforestadas dentro del territorio global del Centro Shuar Chumpias, de las cuales el 85% correspondió a bosque primario y el 15 % a bosque secundario (Figura 4). En el Centro Shuar Pumpuis la degradación de bosques fue de 5 hectáreas, con 65 % de bosque primario y 35 % de bosque secundario (Figura 5). Mientras que, 52.33 hectáreas

se deforestaron en el territorio del Centro Shuar San José de Piunts, de las cuales solo el 12.4% correspondía a bosque primario y el 87.6 de bosque secundario (Figura 6). Finalmente se contabilizó un total de 10.32 hectáreas deforestadas en la jurisdicción global del Centro Shuar San Luis, con 91,7 % de bosque primario y 8,3% de bosque secundario (Figura 7).

Figura 4. Área deforestada en el territorio del Centro Shuar Chumpias.

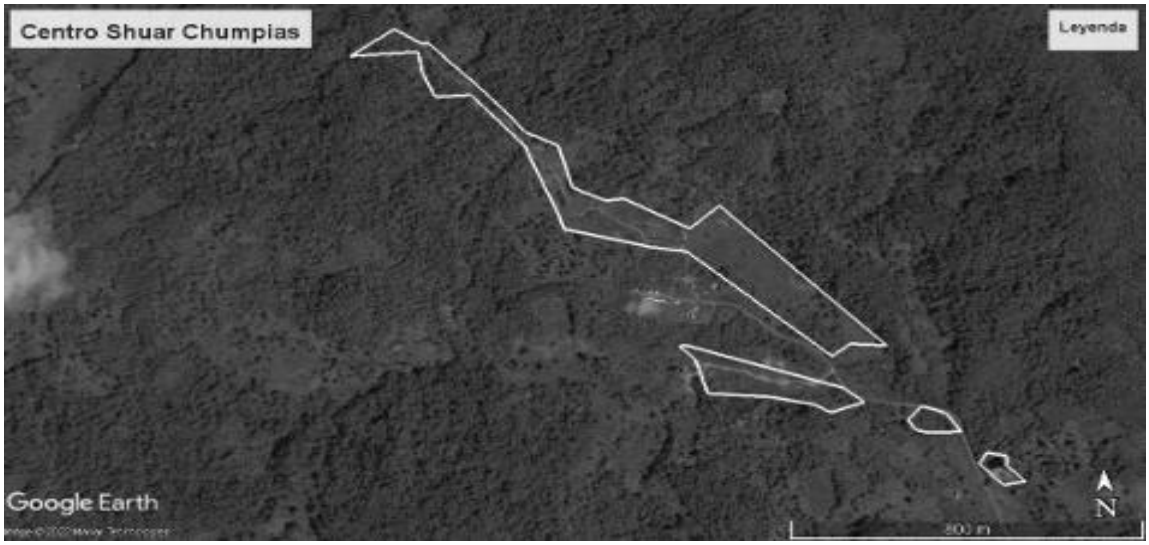


Figura 5. Área deforestada en el territorio del Centro Shuar Pumpuis.



Figura 6. Área deforestada en el territorio del Centro Shuar San José de Piunts.

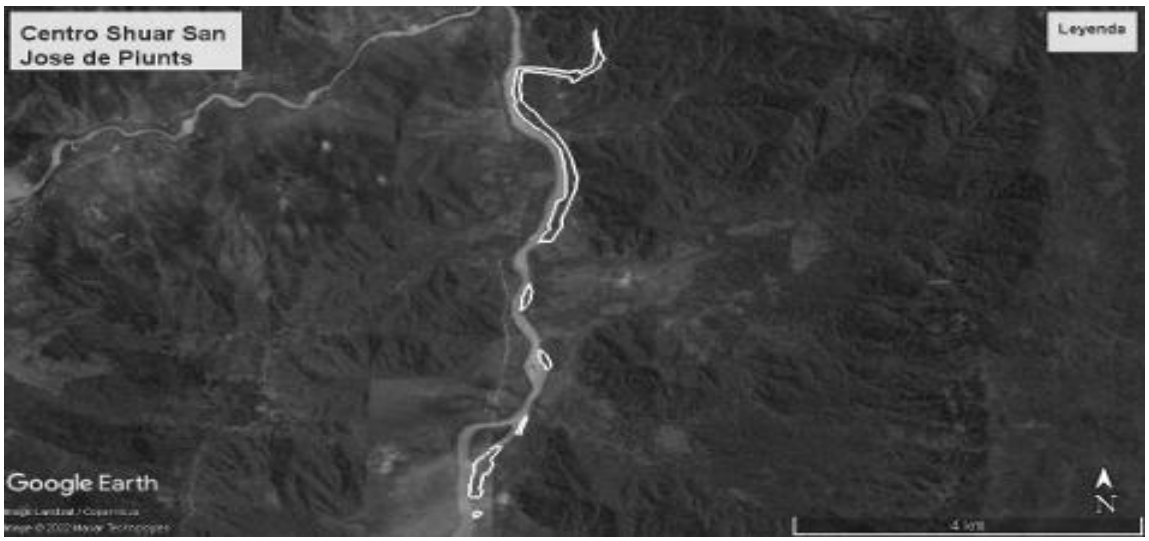


Figura 7. Área deforestada en el territorio del Centro Shuar San Luis.



En esta investigación se determinó un total de 85.76 hectáreas deforestadas por causa de la pequeña minería aurífera, de los cuales el 40.78% corresponde a bosque primario y 59.22 % pertenece a bosque secundario (Figura 8).

Figura 8. Porcentaje de tipo de bosque deforestado.



Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gualaquiza (2014). Existe un remplazo de la cobertura vegetal nativa por actividades agrícolas y mineras que ocasionan daños en el ecosistema. Estadísticamente el porcentaje total de área deforestada en los cuatro lugares de estudio por actividad minera es bajo, pues tan solo 85.76 hectáreas han sido deforestadas en un lapso de 8 años aproximadamente. Lo que anualmente significaría un total de 10.72 hectáreas. Sin embargo, estos datos reflejan que 857.6 hectáreas podrían ser deforestadas en los próximos 10 años por actividad de la pequeña minería manteniendo el balance de producción actual en territorio de las comunidades estudiadas.

4. CONCLUSIONES

Los impactos ambientales que genera la extracción del metal aurífero a pequeña escala en territorio de la nacionalidad Shuar en el cantón Gualaquiza demostraron que las aguas superficiales con intervención minera no presentan variación con respecto los parámetros mercurio y cobre en comparación con las fuentes hídricas donde no hay intervención. En tanto que, el parámetro cianuro si presentó variación en aguas con intervención minera en muestras de San José de Piunts y San Luis. Sin embargo, estos resultados se encuentran dentro de los intervalos exigidos por la OMS para ser declarado aptos para el consumo humano y por ende para el consumo animal con respecto a los metales estudiados.

Al existir una pequeña variación de pH entre el suelo sin intervención minera (moderadamente ácidos) y las muestras de suelo degradada por explotación de la pequeña minería (extremadamente ácidos) y haciendo uso como un indicador se concluye que, los suelos degradados por la actividad minera a pequeña escala presentan niveles moderados de contaminación que pueden estar relacionados con riego de combustibles.

Con respecto a la cuantificación de la deforestación por esta actividad, determinamos que, existe un total de 85.76 hectáreas degradas de las cuales el 40.78% corresponde a bosque primario y 59.22 % pertenece a bosque secundario deforestadas por causa de esta actividad y que, manteniendo el balance de producción actual de oro, aproximadamente un total de 857.6 hectáreas de cobertura vegetal serian degradadas en los próximos 10 años.

El mayor impacto de la pequeña minería aurífera en territorio de la nacionalidad Shuar está relacionado con la deforestación de bosques primarios y secundarios, en tanque que, no existe variación con respecto a los metales estudiados en aguas de las microcuencas analizadas. Por lo que se recomienda que un estudio de determinación de metales pesados como el mercurio en peces y microorganismos acuáticos pueden ayudar a localizar el impacto sobre este metal que es ampliamente utilizado para la obtención del oro.

REFERENCIAS

Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., Gutierrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*. 13 (2): 90-97.

Bourgoin, L., Quiroga, I., Chincheros, J., Courau, P. (2000). Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *Science of the Total Environment*,260(1-3), p.73–86.

Calzada, J. (2014). *La evaluación estratégica del impacto paisajístico en los pasivos mineros y su rentabilidad ambiental*. (tesis doctoral). Universidad de la Rioja. Logroño.

Carrere, R. (2004). *Minería impactos sociales y ambientales*. Recuperado de https://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Mineria_Impactos_sociales_y_ambientales.pdf?fbclid=IwAR0VJFfaq3luTik5PT_7QmbWb3R0UqlJ0E6kDsyqhpPmzvc-BIvYRjeNsFQ

Comisión Ecuménica de Derechos Humanos, CEDHU y Federación Internacional de Derechos Humanos, FIDH. (2010). *Intervención minera a gran escala en ecuador y vulneración de derechos humanos*. Recuperado de https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CESCR/Shared%20Documents/ECU/INT_CESCR_NGO_ECU_13991_S.pdf

Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador. (2014). *Nacionalidades Amazónicas*. Recuperado de https://conaie.org/2014/07/19/shuar/

Dannemann, V. (2017). El oro de América latina. *Made for mits*. Recuperado de: https://www.dw.com/es/el-oro-de-am%C3%A9rica-latina/a-

41587850?fbclid=IwAR10-DfcgtS093dIFczUPgzU3uQA7p2eQbhyTVxUqpRWVpe3j_8JMpO

Diaz, F. (2014). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 16 (6), p. 947-957. doi: 10.15446/rsap.v16n6.45406 Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v16n6/v16n6a12.pdf

Español, S. (2012). Contaminación con mercurio por la actividad minera. *Instituto Nacional de Salud*, 32, p.3. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v32n3/v32n3a01.pdf

Fang, w., Huang, z., wu, p. (2003). Contamination of the environmental ecosystems by trace elements from mining activities of Badao bone coal mine in China. *Environmental Geology* 44; pp. 373-378.

Fernández Caliani, J.C., Barba Brioso, C. (2008). Suelos contaminados por actividades mineras. *Geología de Huelva.* 2 :72. Recuperado de http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/8546/Suelos%20contaminados.pdf?sequence=2&fbclid=IwAR2V0cfdDShfPkT7bJrXGtGorPJb6OvQJl8awlnvo_40b8HEpnqXDmrYRbQ#:~:text=En%20general%2C%20los%20suelos%20de,est%C3%A1n%20desprovistos%20de%20materia%20org%C3%A1nica

GADM-G. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Gualaquiza 2014-2019. Gualaquiza, Ecuador.

Gammons, Ch., Duaime, t., Parker, S., Poulson, S., Kennelly, p. (2010). Geochemistry and stable isotope investigation of acid mine drainage associated with abandoned coal mines in central Montana, *USA. Chemical Geology* 269; pp. 100–11

González, I., Cutillas, P., Páez, P. (2017). Los impactos socioambientales de la minería en el entorno de la bahía de Portmán. *Riesgos Ambientales*, p. 295-310. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405783&fbclid=IwAR3sOYDDMS1SIKzRq1Y4iNQJes43q2O_kbUdR7hnt_0690CRiHn6orLvtd

Guerrero, U., V. Pineda Acevedo. (2016). Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo conceptual. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26 (1), pp. 57-74, DOI: http://dx.doi.org/10.18359/ rcin.1664.

Holmes P, James K, Levy L. (2009). Is low-level environmental mercury exposure of concern to human health? *Science of the Total Environment*, 408(2), p.171–82.

Hurtado, J. (2011) Breves consideraciones sobre la minería ilegal en Colombia. En M. García (comp.), *Minería, energía y medio ambiente*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia

Lagos, G., Blanco, H., Torres, V., Bustos, B. (2002). *Hallazgos y Desafíos desde la Investigación. Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable – América del Sur.* Recuperado de https://pubs.iied.org/pdfs/G00586.pdf?fbclid=IwAR10-DfcgtS093dIFczUPgzU3uQA7p2eQbhyTVxUqpRWVpe3j_8JMpO_NoU

Luters, A., Salazar, J. (2000). *Área de cartografía de suelos y evaluación de tierras*. Instituto de calidad de suelo.

Ministerio de minas y energía de Colombia. (2003). *Metodología para la valoración de pasivos ambientales en el sector eléctrico.* Recuperado de: http: //www.siame. gov.so/siame/portals/0/Pasivos_Ambientales.pdf

Morán, R. (2001). Aproximaciones al costo económico de impactos ambientales en la minería. *Ambiente y Desarrollo*, 17, p. 59-66. Recuperado de http://remwater.org/wp-content/uploads/2015/10/Aproximaciones-al-Costo-Econ%C3%B3mico-de-Impactos-Ambientales-en-la-Miner%C3%ADa.-Algunos-ejemplos-en-Estados-Unidos-y-Canad%C3%A1-Ambiente-y-Desarrollo.-.pdf?fbclid=IwAR13_CAC0rNBLTQSAtYOjp2PLmhPCDsViIXdYOi1EP2tSS-oQYstcyBUZD8

Nevado, J., Martín, D., Bernardo, F., Moreno, M., Herculano, A., et al. (2010) Mercury in the Tapajós River basin, Brazilian Amazon: a review. *Environment International*,36(6), p.593–608.

Obstler, R. (2011-2012). Medir la degradación del bosque. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 62. Recuperado de http://www.fao.org/3/i2560s/i2560s.pdf?fbclid=IwAR1uG3iuSozf18WeDWWBeXDXni8ZiCztwl1FMFfnVnjmxy8xwXM8kJEIPLI

Olmedo, P. (2018). El empleo en el Ecuador - Una mirada a la situación y perspectivas para el mercado laboral actual. *Friedrich Ebert Stiftung*. Recuperado de https://library.fes.de/pdf-files/bueros/quito/14525.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2011). Guías para la calidad de agua de consumo humano. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1

Paredes, Z. (2011). Influencia de la minería informal sobre la contaminación del medio ambiente y la vulneración del derecho a la vida en Carabayllo. *Facultad de Derecho y Ciencia Política*. Recuperado de file:///C:/Users/EDISON/Desktop/Dialnet-InfluenciaDeLaMineriaInformalSobreLaContaminacionD-5157788%20(1).pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2008). El uso del mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala. p. 12.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2014). Convenio de Minamata sobre el mercurio. http:// www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/3426/ Default.aspx

Real Academia Española. (2020). Impacto. *Diccionario de la Real Academia Española*

Sandoval, F. (2001). La pequeña minería en el Ecuador. *International Institute for Environment and Development*, 75. Recuperado de: https://pubs.iied.org/pdfs/G00721.pdf?fbclid=IwAR10-DfcgtS093dIFczUPgzU3uQA7p2eQbhyTVxUqpRWVpe3j_8JMpO_NoU

Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (2018). *Alcance de acreditación*.

Veiga M, Baker R. (2004). *Protocols for environmental and health assessment of mercury released by artisanal and small-scale gold miners. United Nations*

Publications. Recuperado de http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mercury/Documents/ASGM/PROTOCOLS%20FOR%20ENVIRONMENTAL%20 ASSESSMENT%20REVISION%2018-FINAL%20BOOK%20sb.pdf.

ANEXOS

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Marco teórico

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2008), la pequeña minería aurífera a nivel global ocupaba aproximadamente a 13 millones de personas (30 % mujeres y 15 % niños) de manera directa e indirectamente. De esta actividad dependen 100 millones de personas para subsistir. La minería del oro artesanal y en pequeña escala produce entre el 20 y el 30 % del metal del mundo, es decir, entre 500 y 800 toneladas anuales.

Ecuador es uno de los países de América del Sur que tiene un alto potencial de recursos minerales distribuidas en las 4 regiones (Dannemann, 2017). En los años 70 surge la pequeña minería centrando la economía extractivista en el sector de Nambija provincia de Zamora Chinchipe, debido a la quiebra de grandes empresas mineras que explotaban los recursos no renovables (oro) principalmente al sur del Ecuador. Consecutivamente en los años 80 y 90 se fortalece esta actividad debido al incremento del precio internacional del metal aurífero y la crisis del agro en la costa ecuatoriana (Sandoval, 2001).

La Amazonía ecuatoriana al ser una de las regiones más extensas territorialmente y poseer un sin número de yacimientos minerales, se concentra con la mayor parte de concesiones y explotaciones mineras, lo cual provoca una serie de impactos ambientales (Lagos et al, 2002).

En la parroquia Bomboiza del cantón Gualaquiza se ha evidenciado restos arqueológicos de una antigua obtención artesanal de oro, exponiendo que grupos poblacionales han practicado la pequeña minería desde tiempos remotos (CEDHU y FIDH, 2010).

El impacto ambiental no siempre está relacionado con la deforestación, pues el potencial de erosionar los suelos, sedimentos y grandes cantidades de materiales excavados expuestos en los lugares de operación puede causar un desbalance drástico en el pH del suelo (Bautista, Etchevers, Del Castillo y Gutiérrez, 2004).

Definitivamente, otro de los problemas es por la contaminación del agua en el proceso de extracción del oro, el uso del agua es la causa de una verdadera competencia con otros sectores de la sociedad (pueblos y grupos indígenas) por el recurso natural. El procesamiento de extracción de oro produce una cantidad de residuos y productos que pueden causar contaminación del agua con muchos constituyentes químicos y metales pesados, los que podrían permanecer por décadas o incluso cientos de años después del cierre de la mina. Incluso el uso de explosivos aumenta las concentraciones de nitrato y amoníaco, provocando el incremento de la eutroficación y la contaminación de cuerpos de agua (Moran, 2001).

1.1. Impactos ambientales ocasionados por la pequeña minería aurífera

Las consecuencias ambientales han sido muy notorias y han mostrado una alteración y desequilibrio en el funcionamiento de ecosistemas, impactos en las fuentes hídricas, altos niveles de degradación de bosque, contaminación de suelo y daño paisajístico (González, Cutillas y Páez, 2017).

1.1.1. Fuentes hídricas

La plantación de infraestructura y el procesamiento para la extracción de oro produce una cantidad de residuos y productos que pueden causar la contaminación del agua con aceites, combustibles y metales pesados. Muchos de estas sustancias y elementos contaminantes se pueden filtrar de estos montones de desecho, contaminando las aguas superficiales y subterráneas (Moran, 2001).

El uso de mercurio para almagacion del oro se filtra por aguas superficiales o subterráneas lo cual desembocan en microcuencas y cuencas hídricas, el mayor riesgo de contaminación con mercurio se debe al consumo continuo de peces contaminados y a la inhalación de vapores de mercurio que contribuyen al deterioro de la salud humana. Una de estas fuentes potenciales es el agua (Diaz, 2014).

Los lugares de explotación con altas concentraciones comprobadas de mercurio (zonas mineras críticas), son fuentes directas de dispersión de este elemento en los cuerpos de agua y aportan a la contaminación por metilmercurio que es más tóxico que el mercurio elemental, las sales inorgánicas y el cobre. La contaminación alcanza los peces, la fauna y vegetación acuática (Español, 2012).

Otra fuente de contaminación en la extracción y procesamiento de yacimientos metálicos constituyen un factor en la pérdida de la calidad de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, permitiendo variaciones en el pH, el aumento en solución de altas concentraciones de metales como Hg y Cu, así como también de la especie soluble como SO42. Los cambios en pH pueden alterar la concentración de otras substancias en el agua modificando el nivel de toxicidad, algunas reacciones químicas dentro de los organismos acuáticos (metabolismo celular) son necesarias para la supervivencia y crecimiento. Los organismos requieren un margen estrecho de valores de pH (Fang et al. 2003; Gammons et al. 2010).

1.1.2. Suelo

El suelo es un recurso natural y esencial del cual depende la alimentación y la salud de los organismos vivos. La contaminación de este recurso se refiere a la inoculación de un químico, metales pesados, hidrocarburos u otra sustancia toxicas fuera

de sitio que está presente en un nivel más alto de lo normal, lo cual provoca efectos dañinos sobre cualquier organismo (Guerrero y Pineda, 2016).

Un suelo contaminado produce cambios en sus propiedades físicas y químicas. Por ejemplo; cambios en el pH, ya que los suelos degradados por minería han sufrido un proceso de oxidación intensa y rápida, lo que implica un nivel alto de liberación de H produciendo acidificación del suelo y modificando la disponibilidad de vida del mayor grupo de vegetales (Bautista, Etchevers, Del Castillo y Gutierrez, 2004).

1.1.3. Deforestación

La degradación de los bosques sigue un proceso de cambios que es perjudicial para las propiedades de este, debido a que reduce el valor de la producción de los bienes y servicios forestales. El proceso degradador está relacionado a fenómenos de perturbación (aunque no todas las formas de perturbación ocasionan degradación) cuyo origen, magnitud, gravedad, calidad y frecuencia pueden variar. Las perturbaciones pueden ser de forma natural (fuego, tormentas o sequias) o de origen humano (minería), a causa de la deforestación que realizan para la intervención de maquinaria pesada para los procesos de extracción de material aurífero o combinar ambas modalidades (Obstler, 2011-2012).

Por otro lado, con relación a la deforestación por pequeña minería informal el daño a la superficie terrestre es mayor. La minería carente de control legal implica un significativo riesgo de erosión, que por lo demás, podría llegar a afectar un gran porcentaje de la superficie tanto en suelo como cobertura vegetal, lo que tendría incidencia negativa en los procesos biológicos y socioeconómicos (Hurtado, 2011). Puesto que, el paisajismo forestal se ha visto afectado directamente por la construccion de campamentos, carreteras, vertidos de afluentes liquidos que provocan cambios escenicos de los ecosistemas (Calzada, 2014).

En el territorio del cantón Gualaquiza el bosque nativo corresponde a un ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados con uno o más estratos. La cobertura vegetal se encuentra ocupadas actualmente por vegetación nativa de la zona que están siendo remplazadas por actividades agrícolas, así como también zonas afectadas por la actividad minera (zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, y otras intervenciones antrópicas) y que está ocasionando daños en el ecosistema (GADM-GUALAQUIZA, 2014).

2. Marco conceptual

2.1. Minería

La minería es una actividad destinada a la explotación y extracción de minerales acumulados en el suelo y subsuelo, basada en aquellas técnicas que tiene que ver con el descubrimiento y explotación de yacimientos de minerales mediante operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial (Ministerio de minas y energía de Colombia, 2002).

2.2. Pequeña minería aurífera

Se define como "la extracción de oro llevada a cabo por mineros individuales o pequeñas empresas con una producción y una inversión de capital limitadas" (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014).

2.3. Impacto

Según la Real Academia Española (2020) establece que la palabra impacto "es un conjunto de efectos producidos por un acontecimiento, actividad, una disposición de la autoridad, una catástrofe, etc."

2.4. Impacto Ambiental

Conjunto de efectos sobre el medio ambiente que realiza una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades (Real Academia Española, 2020).

2.5. Nacionalidad Shuar

Grupo milenario que tiene su propia cosmovisión, idioma y vestimenta, tiene presencia entre los dos estados: Ecuador y Perú. En nuestro país se encuentra ubicada en las provincias de Morona Santiago, Pastaza, Zamora Chinchipe, Sucumbíos y Orellana, en la Región Litoral, en Guayas y Esmeraldas (Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador, 2014).

2.6. pH

Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una solución (Real Academia Española, 2020).

2.7. Microcuenca

Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo rio (Real Academia Española, 2020).